

## 디지털 장력제어를 이용한 와인딩 시스템

남궁 기

### 1. 개 요

섬유를 가공하는 상태에서 부여되는 장력은 섬유의 품질과 생산성의 직접적인 요소로 작용되고 있고, 불량 및 손실의 원인이 되기도 한다. 또한 장력의 변화를 다양하게 임의적으로 추구함으로써 인하여 특별한 섬유의 가공을 가능하게 한다.

다양한 형태의 기계구조와 기계적 특성에 의한 장력의 변화는 부분적으로 무시할 수도 있고, 부분적으로는 해소되지 못하여 제품의 품질 또는 생산성을 저해하는 결과를 낳기도 한다. 장력의 특성을 물리적인 관점에서 분류하면 주기적인 특성의 장력의 변화와 비주기적인 장력의 변화로 분류할 수 있고, 일반적으로 기계적인 특성에 의존하는 장력 변화의 속도와 크기에 따라서 안정될 수 있는 장력과 안정이 어려운 장력으로 취급되기도 한다.

최근에 이르러 섬유제품의 차별화에 대한 연구 개발이 활발하게 진행되고 있고, 이전의 대량생산에 의한 원가 경쟁에서 첨단화하는 초미세 섬유 및 기능성 섬유에 대한 관심이 많아지고 있으며, 차별된 가공 기법으로 제품의 고급화를 추구하고 있는 실정이다. 그러나 기계설비의 고급화는 한계성이 있으며, 선진 기계의 진출이 인건비가 저렴한 중국, 인도네시아 등의 동남아에 집중되고 있어 우리의 섬유 경쟁력은 더욱 더 상실되고 있는 실정이어서 세계적으로 경쟁력이 있는 섬유소재의 연구 개발 및 가공성이 뛰어난 기계개발이 시급한 실정이다. 특히 섬유에 있어서 장력은 섬유의 물리적인 특성(강도, shrinkage 등)을 변형시

키거나 가공 관리상의 문제점(해사불량, 교락 수 발생 등)으로 발생될 수가 있다. 이러한 주요 요인으로 와인딩 조건에 있어서 장력의 안정성이 다음 공정의 해사성과 관련하여 연계수(*twist multiplier*)의 비균일성 및 물성의 변화를 일으키고, 실질적으로 촉감의 변화로 나타날 가능성도 있다.

### 2. 준비기의 일반적인 장력특성과 기계적 특성에 따른 장력의 변화

일반적으로 많이 사용하고 있는 장력기로는 판스프링의 탄성력을 이용한 장력 조절기와 추의 무게를 마찰력의 힘으로 전환하는 *weight tension* 조절기로 크게 나눌 수 있고, 이외에도 모터에 의하여 회전에 마찰을 주는 방법 및 기타 구조물에 접촉을 주는 방식 등이 있다. 신기술로는 실의 경로에 모터가 함께 회전을 하면서 마찰을 발생하지 않고 장력을 제어하는 첨단기술이 적용되기도 한다. 국내에서 많이 사용되고 있는 *weight tension* 장치와 스프링 장력기는 실의 경로에 마찰력으로 작용하도록 함으로써 장력의 유지를 꾀하는 방법으로 직접적인 동작 관성력에 의하여 섬유에 과도한 손상을 주는 경우가 발생한다.

과거의 섬유 관련 연구자들은 백년이 넘도록 실의 발룬(*balloon*) 형성에 관하여 최근까지 활동적으로 연구하고, *Figure 1*에서와 같이 발룬을 형성하는 실의 비선형적 장력 변화를 안정시키기 위하여 첨단 전자식 장력제어 기술로 크게 2가지의 제어방법이 있으며, 실의 발룬 형성

Winding System by Digital Tension-Control / Kee Namgung

(주)디엔티 기술이사, (421-809) 경기도 부천시 삼정동 364 부천테크노파크 103동 901호, Phone: 032)234-0123, Fax: 032)234-0999, e-mail: ngk@dntcom.co.kr

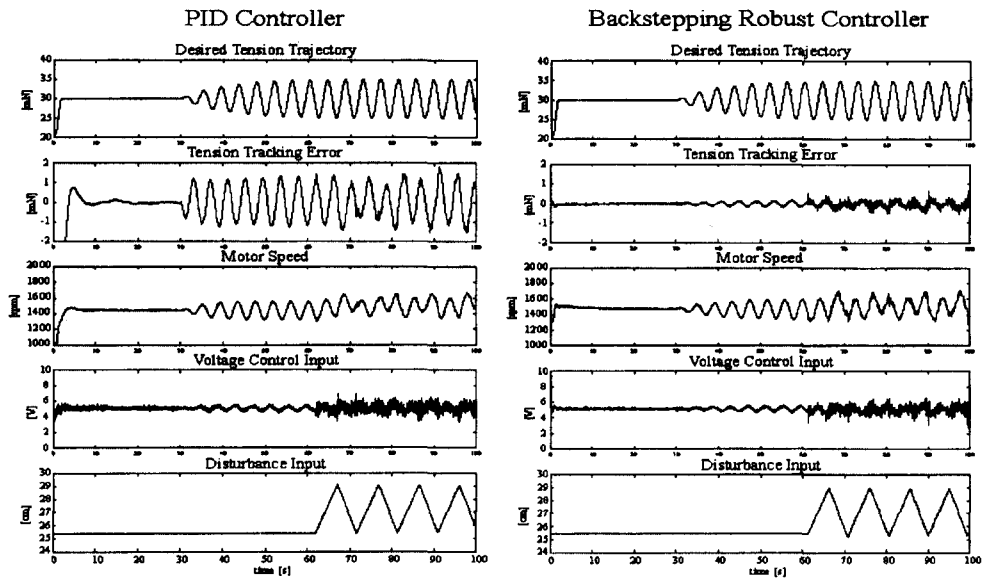


Figure 1. 모터를 이용한 장력제어 기술.

의 장력제어는 몇몇 섬유 공정 처리(unwinding 또는 ring-spinning)상에서 매우 중요하다[1]. 실의 발륜의 단순한 동작 모델에 기초하여 4가지의 비선형적 제어기가 개발되었고, 2가지의 제어기는 회전적 운동을 무시한 제어 입력으로써 모터의 속도를 사용하였으며, 다른 2가지는 반 회전 보상을 추가함으로써 모터의 토크를 이용하였다. 각각의 제어기는 불확실하고 비선형적인 요소를 없앤 비교적 규격화된 제어 요소를 대상으로 적절한 제어를 수행하고 있다. 4가지 제어방식 모두는 실험적으로 1 mN의 정규화된 장력을 대상으로 불안정하고 불확실한 대상을 무시되도

록 각각의 제어기 상태로 만들 수 있고, 300% 이상의 PID 제어를 수행할 수 있다.

Figure 2는 스프링 장력기의 장력을 측정하는 그림으로서 8 cN으로 장력을 설정하였고, 최소 0cN의 장력에서 최대 18 cN까지의 범위에서 장력의 변화를 나타내며, 미세한 부분에서 15 cN이상의 장력이 섬유에 적용되어 미세 섬유의 경우에는 물성의 변화나 섬유의 손상을 일으킬 가능성이 있고, 미시적으로 편사의 발생가능성이 많다.

사속 700 m/min로 20초 동안 측정하는 그래프를 확대하여 보면 Figure 3과 같다. Figure 3은 3초간의 장력변화를 나타낸 것으로 약 5.5 m의 사장에 대응되고, 데이터의 간격은 50.4

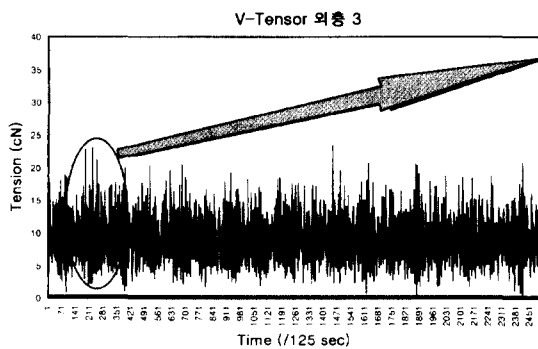


Figure 2. 스프링 장력기의 장력측정.

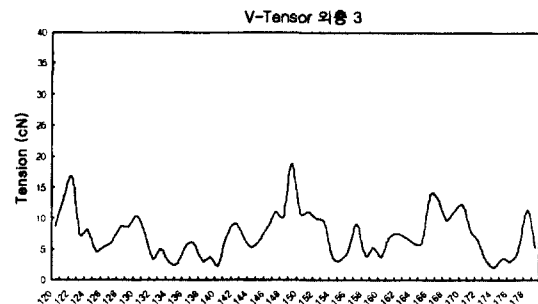


Figure 3. 120-179번째 자료 확대.

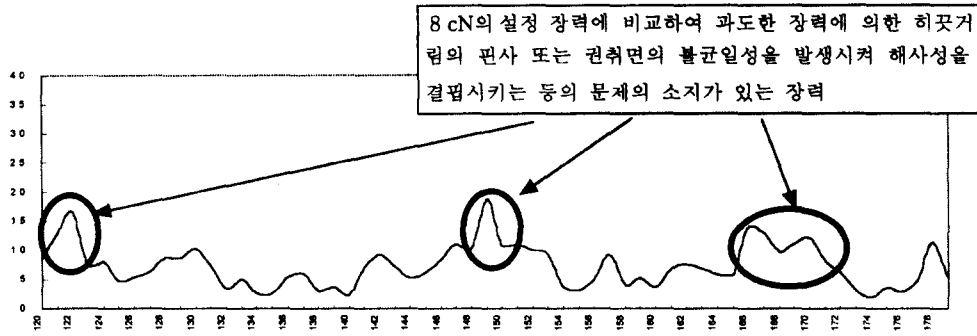


Figure 4. 스프링 장력기의 작업 중에 발생한 과도한 장력.

msec로 9.34 mm / 50.4 msec의 속도로 실이 지나게 된다. 즉 데이터 1개당 9.34 mm의 실이 지나는 거리가 되며, Figure 4와 같이 과도한 장력이 가하여지는 위치에서 실이 30 mm 길이의 히끗거림의 편사나 경사 줄이 발생될 가능성이 많고, 이러한 부분에서 권취면의 틈사이에 권취층을 파고들어 다음 공정에서 해사의 불량 장력의 원인이 되기도 한다.

Figure 4에서 표시된 3개 부위의 권취장력은 평균장력 8 cN의 작업도중 18 cN 이상의 과도장력이 적용되고 있음을 보여주며, 이러한 과도 장력으로 인하여 표면장력(hardness)의 변화에 영향을 주어 실제로 SD 75D / 72F filament를 편 와인더로 8 cN의 장력으로 작업을 하였을 때 기존의 스프링 장력기로는 표면장력이 65이던 것이

디지털 장력기로는 80의 표면장력으로 권취되었다.

Figure 5는 300D / 192F의 실을 위사로 합연 가공하여 염색 가공후 일정한 지점을 경계로 약 5 mm~40 mm 정도 희게 보이는 선이 위사 방향으로 불규칙적으로 발생한 것을 보여 준다[2]. 이는 준비공정이나 제직시 위사가 지나는 yarn guide에 흠이나 위사가 통과할 때의 과도한 장력의 마찰에 의하여 손상이 발생한 경우이다.

강도 저하의 원인은 여러 가지지만 사용 원사의 이상, 과도한 감량 가공후 감량 편차에 의한 부분적인 과잉 감량 등으로 크게 나눌 수 있는데, Figure 6은 위사로 일반 폴리에스테르사를 사용하여 제직하여야 하는 직물에 캐티온 가염형 폴리에스테르사(CDP)를 사용하여 제직하였으므로 감량이 과하게 되어 강도가 현저히 저하된 것으로 추정된다[3].

경사와 위사(ITY 92 / 60, T / M 2,350 S : Z =

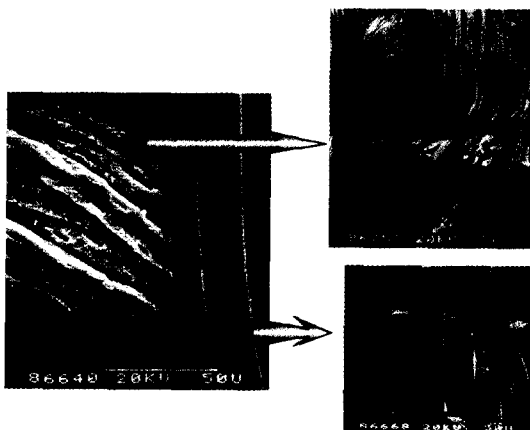


Figure 5. 위사 장력불안정에 의한 희끗거림.

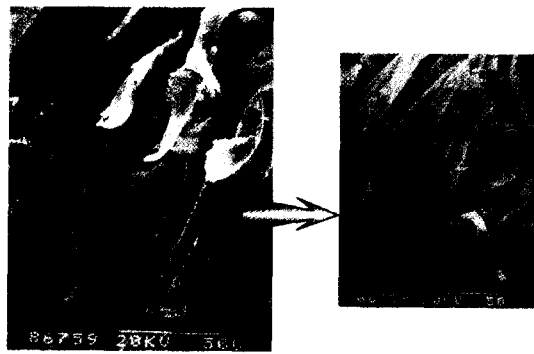
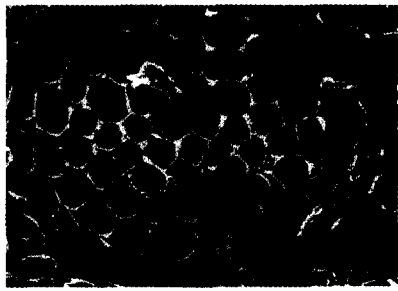


Figure 6. 감량이 과하여 강도가 현저히 저하된 결점발생.



비정상



정상

Figure 7. 폴리에스테르 직물의 경사줄 발생.

2:2)에서 경사는 연사물로서 시제직 후 단말검사  
에서 줄이 발생하였고, 현미경 관찰결과 굵기 등  
의 외관상 큰 차이는 없었으나 연수시험에서 18  
T/M의 차이가 났고, SEM 촬영 결과 Figure  
7과 같이 비정상 filament에 굵기가 가는 것이  
섞여 있었다[5]. 따라서 연사 및 정경 작업시 장력  
의 로트 관리와 좌, 우사 배열관리가 필요하며, 신  
품종의 제직시 단말검사로 대량 사고예방에 주력  
하여야 할 것이다.

이러한 연사 과정의 장력 불균형의 원인으로 고  
속용 와인더와 정경기의 장력 불균형을 들 수 있  
으며, 정경기의 장력변화는 Figure 8에서와 같이  
발륜에 의한 장력으로 사속에 따라서 큰 차이를  
보이고 있고, 5 cN의 편차에서 최대 10 cN까지  
의 편차를 보인다[6]. Figure 9는 9,000 rpm일  
때 좌측에서 측정된 데이터를 그래프로 나타낸 것  
이다. 이러한 차이는 경사줄의 원인이 될 수 있으  
나, 대부분은 권취면과의 거리가 멀어서 섬유 신

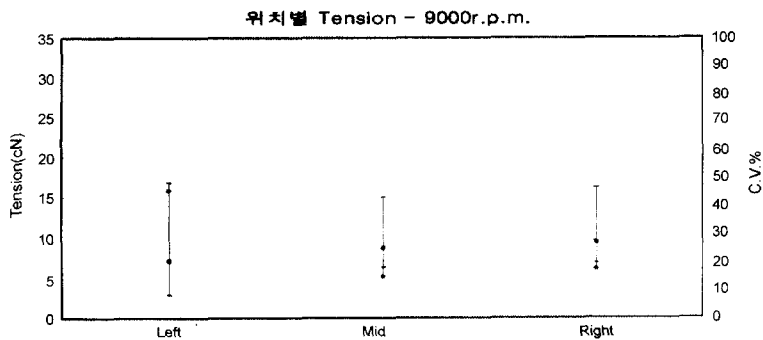


Figure 8. 정경기의 사속 9,000 rpm일 때의 위치별 장력변화.

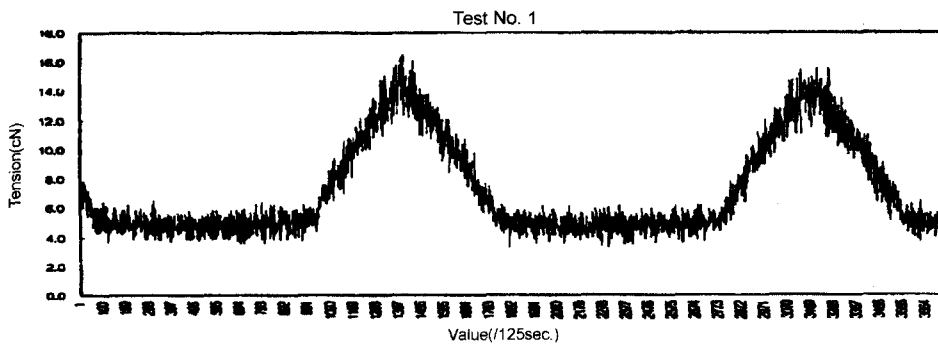


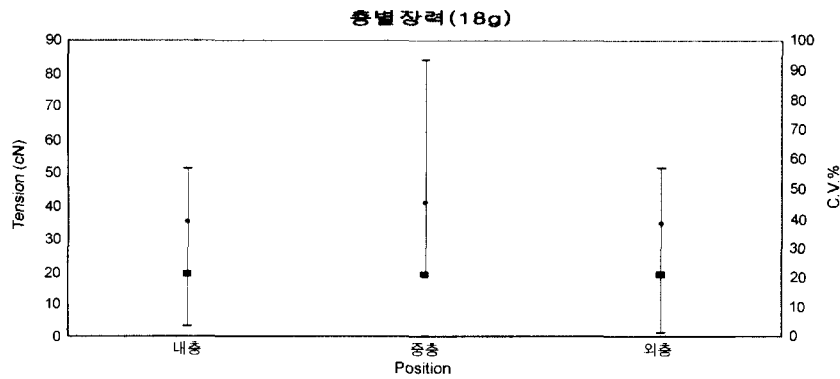
Figure 9. 정경기의 사속 9,000 rpm일 때의 왼쪽 위치 장력.

축성에 의하여 완충이 되는 경우가 많을 것으로 추측된다.

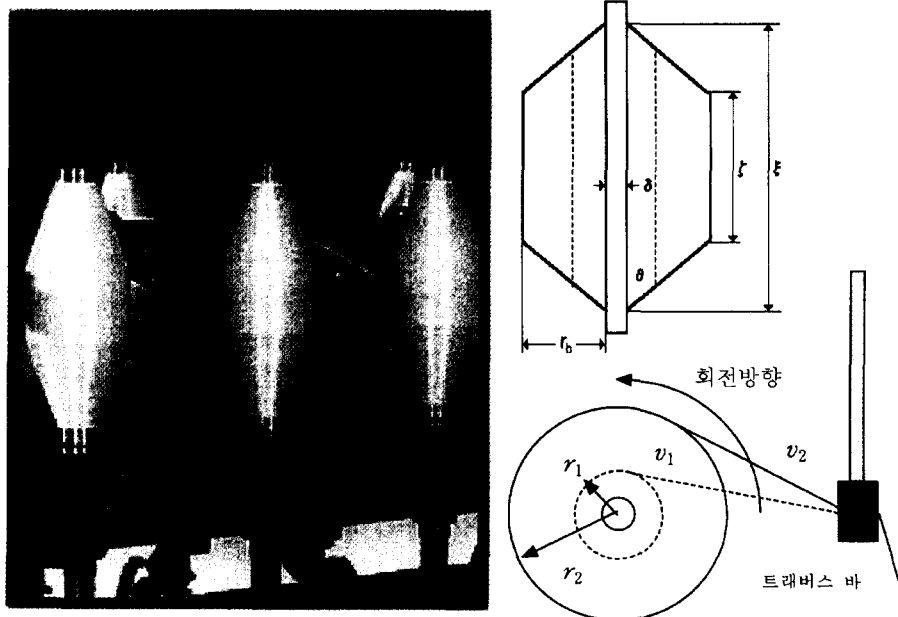
권취 초기의 편 와인더나 보빈 와인더의 장력은 추의 위치별로 사속의 불안정과 관련하여 많은 변화가 발생하며, **Figure 10**에서와 같이 권취량에 따라서도 많은 장력의 차이로 측정된다[6].

권취량의 변화에 따른 사속의 변화와 장력의 변화가 발생하여 유지 및 생산관리가 어렵게 된다. 일부 보빈 와인더의 경우 시작 장력을 **weight**

**tension**기에 의하여 **3 cN**으로 설정하여 **10 denier**의 사종을 **180,000 m**로 작업을 하면, 작업 종료 때에 장력이 **8~10 cN**으로 증가되는 경우가 있다. 따라서 중량의 차이도 같은 사장에 비교하여 **10%** 이상의 차이를 보인다. 이러한 원인은 스펀들 벨트나 회전 폴리의 접촉에 의한 구동으로 스펀들의 권취 회전이 이루어지는 경우 스펀들의 회전수가 항상 일정하게 작업이 종료될 때까지 회전하게 되며 사속은 권취량에 따라서



**Figure 10.** 권취량(내층, 중층, 외층)에 따른 장력.



**Figure 11.** 권취량에 따른 사속과 장력.

계속 증가하게 되어 장력은 에너지 보존법칙에서 유추되는  $v^2 - v_0^2 = 2aS$ 의 식에 의하여 장력은 계속 증가하게 된다. 반대로 Figure 11과 같이 스프링들 벨트나 회전 풀리의 접촉에 의한 구동으로 스프링들의 권취 회전이 이루어지는 경우에 스프링들의 회전력은 벨트의 접촉 마찰력에 의하여 결정되어 권취량에 관계없이 접촉 마찰력이 일정하다고 가정할 때

$$\frac{m_1 v_1^2}{r_1} \sim \frac{m_2 v_2^2}{r_2} = \text{접촉 마찰력}$$

의 관계식이 성립하고 일정 사속으로 유지한다.

$v_1$ 과  $v_2$ 가 같은 경우 권취량의 증가는 직경의 증가와 완전히 일치되도록 권취가 이루어져야만 접촉 마찰력을 일정하게 유지하며 운전을 지속할 수 있다. 그러나 대부분의 경우에는 이러한 관계식에 의한 운전은 불가능하고, 장력의 변화와 사속의 불안정, 권취량의 증가와 직경의 증가량의 비율이 일정치 않아서 항상 장력의 교란이 발생한다. 이러한 이유로 말미암아 Figure 12와 같이 권취량에 따른 장력의 변화는 내층 및 중층, 외층에 따라서 차이가 발생한다.

V3, V26, V47은 스프링 장력기의 권취량별 장력의 변화를 측정 한 그래프이며, N3는 디지털 장력기(DIGITAL NeoTensor)의 권취량별 장력의 변화를 나타낸 것이다. 그래프에서 보듯이 장력은 중층에서 불안정한 변화를 나타내고 있으며, V26의 경우는 외층에서 장력의 차이를 보이나,

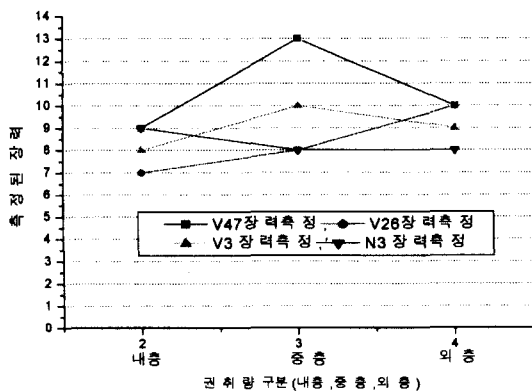


Figure 12. 권취량에 따른 장력측정.

섬유기술과 산업, 제 5 권 제 1/2 호, 2001년

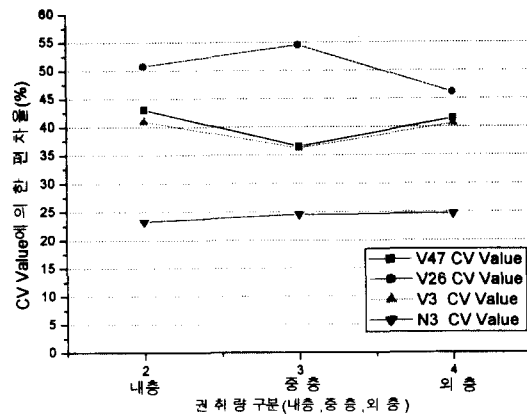


Figure 13. 권취량에 따른 장력편차량의 변화.

N3의 경우 장력을 전자센서로 측정하여 설정된 장력으로 보상제어를 수행하며 장력을 유지시킨 결과 권취량에 따른 장력의 변화를 보이지 않고 균일하게 유지함을 알 수 있다.

Figure 13의 측정 결과에서 보듯이 권취량에 따른 장력의 변화는 장력 편차의 증가로 나타나며, 기계적 공진, 사속의 불안정, 장력기의 입계적 관성 모멘트 등의 원인이 장력을 불규칙하게 만든다. 즉 권취량에 의한 초기의 회전력은  $\gamma_1$ 에 의한 운전으로 시작하여  $m_1 v_1^2$ 의 상태로 장력을 설정하였으나, 권취량이 늘어나면서  $\gamma_2$ 에 도달하면 회전력은  $m_2 v_2^2$ 의 비균형적 증가만큼 장력을 변화시키게 된다. 또한 스프링들의 회전에 있어서 슬립이 발생하여 사속이 변화를 일으키면서  $v^2 - v_0^2 = 2aS$ 의 식에 의하여 사속에 의한 각종 안 가이드의 표면 장력변화가 발생하고, 섬유의 장력변화를 발생시킬 수 있다. 즉 와인더의 불안정한 장력으로 인한 허긋거림 현상이 두드러지게 나타나고, 실제의 현장에서 표면 마찰력에 민감히 반응하는 섬유의 경우 부분적으로 편사가 발생하는 사례가 많이 있게 된다.

### 3. 디지털 장력제어의 원리 및 동작 특성

디지털 장력제어기는 마찰계수를 최소화하여, 특히 저 장력을 유지하면서 정량관리가 가능하도록

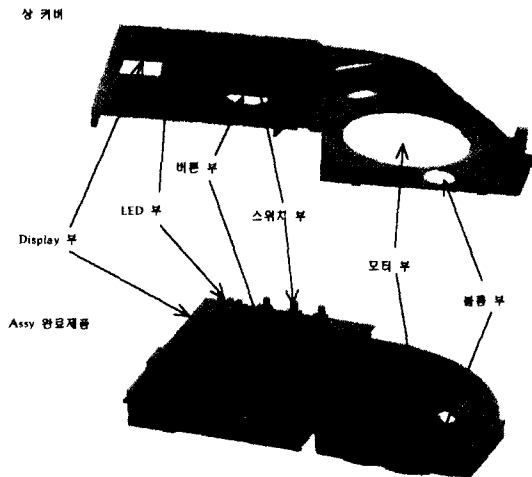


Figure 14. 디지털 장력기의 구조.

특 설계된 제품으로서, 접촉이 일어나는 세라믹의 표면을 폴리싱 가공 처리하여 마찰계수를 현격히 줄이고, 최종 단계 장력센서를 위치함으로써 종단의 장력을 검출하도록 하며, 앞서 알루미늄 표면을 DLC에 의하여 처리하고 마찰이 일어나지 않도록 처리하며 전체적으로 마찰에 의한 실의 손상을 최대한 방지하도록 하였다. 실의 속도와 일치하여 모터가 동시에 회전하여 실과 풀리가 걸리지 않도록 회전 운동을 함으로써 장력기를 통과하는 실의 장력을 조절하도록 되어 있다.

Figure 14는 디지털 장력제어의 실제 모양과 구성을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 실은 프리텐서를 통과하여 1회전 권취하여 풀리를 거친 다음 중간 세라믹과 센서를 통과하고 yarn cutter를 지나간다. 프리텐서는 풀리에서 실이 걸리지 않도록 매우 작은 장력으로 조절하도록 하는 역할을 하며 센서에서 감지된 장력은 마이크로 프로세서에 의하여 감지 및 판단되어 고주파 모터에 지령을 전달하여 장력을 유지하도록 구성되어 있다. 이러한 동작은 매우 빠른 시간동안 이루어지며, 동작의 상태를 여러 방법으로 관측하여 적절히 동작하도록 하였다. 동작 중에 사속을 감지하고 사속의 변화에 대한 장력변화는 센서에 감지되어 모터의 동작상태를 기준적인 장력유지 사항과 연산되어 적절히 보상 운전이 이루어진다.

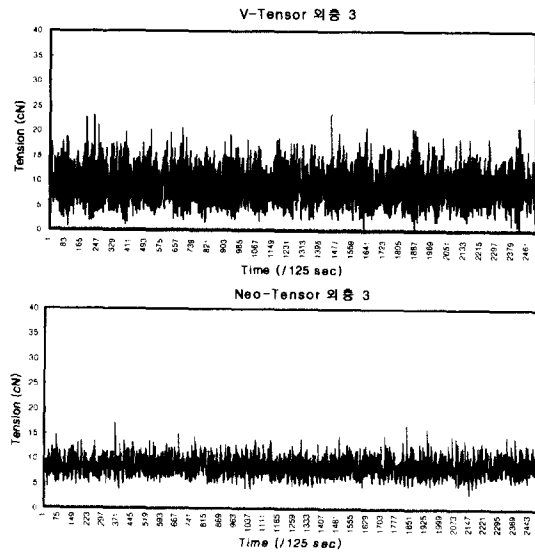


Figure 15. 스프링 장력기의 측정(상)과 디지털 장력기 측정(하).

Figure 15의 위쪽 그래프는 일반적으로 사용되는 스프링 장력기의 동작 특성을 계측한 것이고, 아래의 그래프는 디지털 네오텐서의 장력을 측정하여 나타낸 것이다.

Figure 16은 스프링 장력기와 디지털 장력기의 권취량별 장력의 변화를 종합하여 나타낸 것으로 전체적으로 스프링 장력기의 편차가 디지털 장력기에 비교하여 2배의 편차 제어량을 보인다. CV(%)의 값은 최대 최소의 편차를 나타낸 것이며, 원의 점은 편차량의 평균값을 표시한 것이다. 편차량의 평균값에서 디지털 장력기와 스프링 장력기가 현격한 차이를 보이며, 이러한 측정 결과들은 디지털 장력기의 가공 장력이 부드럽고 정교함을 나타낸다. 또한 권취의 평균장력도 권취량에 따라서 스프링 장력기의 장력은 4 cN의 편차량을 보이나 디지털 장력기는 약 2 cN의 장력영역에서 유지됨을 알 수 있다.

Figure 17은 3가지의 샘플 원사(SBS, ITY, DTY)를 추출하여 기존의 스프링 장력기와 디지털 장력기의 장력상태를 측정하는 것이다.

현장의 실험 조건 및 작업 환경은 다음의 표와 같다.

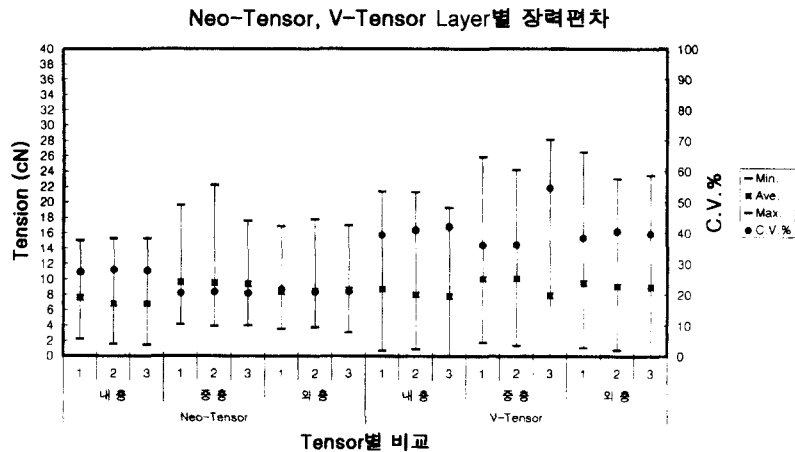


Figure 16. 권취량별 장력측정 비교.

시 료	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SBS 100 / 24 (SK 케미칼)</li> <li>• ITY 190 / 108 (대하합섬)</li> <li>• DTY 300 / 96 (삼양사)</li> </ul>
실험기계	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대원 DWP 편 와인더</li> <li>• 사속 : 700 m / min</li> </ul>
실제 주어 지는 시료 별 설정장 력(gf)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SBS : 10</li> <li>• ITY : 16-7</li> <li>• DTY : 60</li> </ul>
장력측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DEFATE II를 이용해 권취장력을 측정</li> <li>• SBS와 ITY는 100 cN 센서를 사용, DTY는 500 cN 센서를 사용</li> <li>• 각 시료당 최적 장력을 설정을 위한 Neo-tensor 설정상 애로가 많음</li> <li>• 각 시료별로 3개씩의 장력 데이터만 저장, 정리</li> </ul>
장 력 데이터 정 리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사종별 장력</li> <li>- 사종별 CV%</li> <li>- SBS 1, 2, 3 (Neo-tensor 장착)</li> <li>- SBS 1, 2, 3 (V-tensor 장착)</li> <li>- ITY 1, 2, 3 (Neo-tensor 장착)</li> <li>- ITY 1, 2, 3 (V-tensor 장착)</li> <li>- DTY 1, 2, 3 (Neo-tensor 장착)</li> <li>- DTY 1, 2, 3 (V-tensor 장착)</li> </ul>

측정 자료에서 보듯이 일반적으로 사용하고 있는 스프링 장력기에 비교하여 디지털 장력기의 장력 편차가 약 70% 정도로 감소되고 있음을 알 수 있으며, 특히 저 장력에서 장력의 안정성

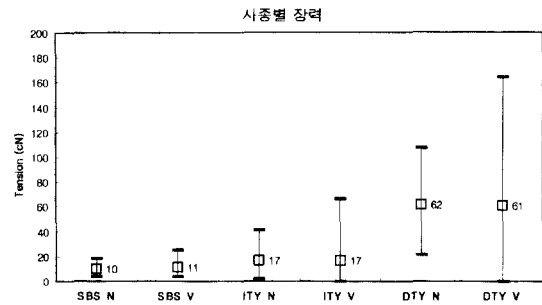


Figure 17. SBS, ITY, DTY 사종별 장력 측정.

이 뛰어남을 알 수 있다.

#### 4. 생산 현장에 적용된 디지털 장력제어의 특성과 사례분석

Figure 18은 디지털 장력기를 생산 현장에 설치하여 운전되고 있는 상황을 나타낸 사진이며, 기존의 스프링 장력기가 설치된 위치에 그대로 적용되어 설치되어 운전됨을 보여준다.

**사례 1 : 장력 및 정량관리** : H 보빈 와인더로 10 테니어의 나일론사를 권취함에 있어서 내충, 중충, 외충의 사속이 변하여 장력의 불균형이 발생하고, 정량관리의 문제점 발생하였다(시작 사속 320 m / min, 작업사장 180,000 m, 초기 장력 3 cN, 요구된 균일 장력 약 4 cN).

**적용 결과** : 3회 작업하여 샘플을 채취한 결과



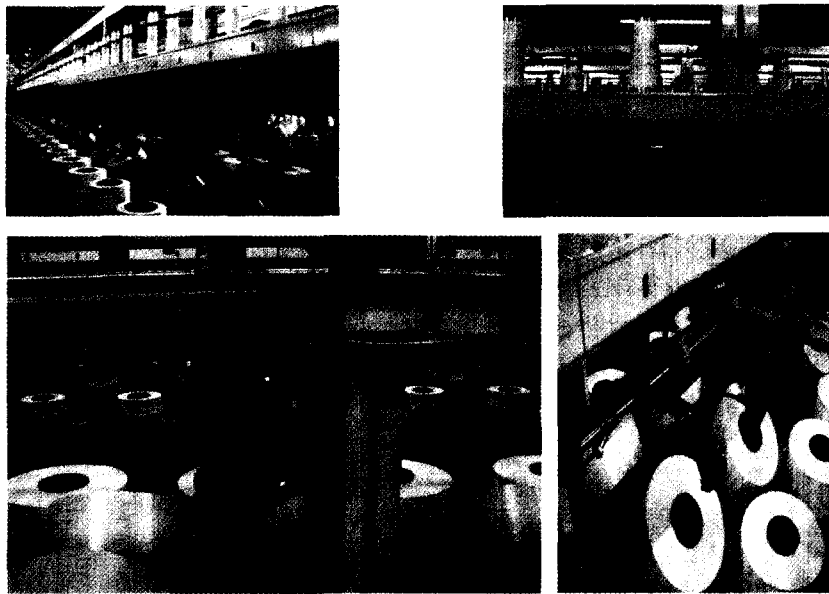


Figure 18. 생산현장에 적용된 디지털 장력기.

편차율은 +2.88%, +1.15%, -2.58%, +0.86%의 오차로 최대 편차율은 약 5.46%의 중량 편차를 보인다.

**사례 2 :** 장력 및 정량관리: 50데니어 특정 섬유의 가공에 있어서 회꽃 보임 현상(핀사)이 발생하였다.

적용 결과: 4 cN의 장력에서 작업하여 샘플 채취하여 중량을 측정 한 결과 편차율은 2.4%, 0.97%, 2.62%, 0.7%로 최대 편차율은 2.62%의 정량 편차를 보이고, 핀사는 어느 경우에서도 발견되지 않았으며, 8 cN의 장력에서도 핀사는 발생하지 않았으나, 한번 작업된 권취물을 다시 rewinding한 결과 대부분 핀사가 발생한 것으로 보아 다음 공정에서 작업할 때 표면마찰에 의한 작업을 철저히 관리할 필요가 있었다.

**사례 3 :** 저장력관리: 99개의 검증용 샘플을 실제의 작업 현장에 투입하여 생산을 한 결과 다양한 현상이 발견되었으며, 물성을 실험 의뢰한 결과 작업된 생산물의 장력이 10 cN 이하의 장력에 대하여 평가하여 정확한 차이점은 발견되지 못하였다. 그러나 SD 75D/72F의 작업 결과 작업의 권취 형태와 표면장력에서 현저한 차이로 결과가

나타났으며, 스프링 장력기와 디지털 장력기로 8 cN의 평균 장력과 동일한 사속동의 최대한 동일한 조건으로 작업한 결과 스프링 장력기에서는 표면장력이 65정도 였으나, 디지털 장력기에 의한 권취면의 표면장력은 80정도로 측정되었으며, 중량 또한 약 0.3% 정도 크게 측정되었다. 그리고 10추 중에서 약 15% 가량이 사충이 붕괴되는 현상이 동반하여 발생하였고, 이러한 결과를 분석 및 검토한 결과 디지털 장력기에 의한 권취물은 고른 장력으로 인하여 권취의 조직이 치밀하였고, 권취의 형태가 고르게 적층되는 것으로 확인되었다.

**사례 4 :** 정량관리: 수출용 재봉사를 300 g의 단위 중량으로 권취함에 있어서 10 g 이상의 중량 편차가 발생하여 2~3 g 이하의 편차 이내로 작업되도록 의뢰받았다.

적용 결과 : 기존에 정량 관리기를 부착하여 사용되고 있었으나, 그럼에도 불구하고 중량의 편차가 최대 10 g 이상씩 각 추마다 발생하였다. 작업 현장에 4대를 투입하여 장력을 3 cN으로 설정하고 정량관리 되도록 한 결과 평균 중량 편차가 1.5 g 정도를 유지하며, 최대 3 g의 편차로 측정되었다.

### 5. 디지털 장력제어기의 응용에 따른 차별화 및 기능성 제품의 적용 가능성

기존의 가연 공장에 디지털 장력기를 적용하여 권취를 하였을 때 여러 가지의 제품에 대하여 우수한 것으로 나타나고 있으며, 특히 사속 불안정에 의한 장력 교란과 발륜에 의한 장력의 불안정에 대하여 50~70% 정도 안정되는 것으로 나타났으며, 표면 마찰에 의하여 발생할 수 있는 희끗거림의 현상도 현저히 줄이는 결과를 얻을 수 있었다. 현재 디지털 장력기를 적용하고 있는 화섬업체의 연사 공장에서는 고질적인 문제인 경사줄 발생을 효과적으로 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 또한 안정된 장력으로 인하여 다음 공정의 해사성을 향상시켜 작업성과 더욱더 안정된 장력으로 인한 연사과정을 확인할 수 있었다.

최근 들어 원사 업계에서는 초미세 섬유 개발이 활발하게 이루어지고 있는데, 섬유 가공업체도 이에 대한 대응 능력을 갖추어야 할 것으로 생각되며, 표면 마찰이 많이 발생하는 기존의 시설로는 저장력으로 가공하여야 하는 작업 관리상의 어려움이 예상되고 이에 대한 대응력을 갖춘 디지털 장력기의 효용성이 기대되고 있다.

일부 적용되고 있는 업체에서는 타 업체와 차별화할 수 있거나 기존의 시설로는 작업이 불가능하였던 섬유의 가공방법을 디지털 장력기를 통하여 실험 및 연구 검토하고 있으며, 일부 업체는 적용하여 생산하고 있다.

중국의 저가 생산기반의 섬유업체와 경쟁할 수 있는 차별화된 섬유 기술개발과 생산기반을 형성하여야 하는 국내의 섬유산업에 있어서 고급의 섬유 생산기반을 갖추고, 섬유기술을 유지 및 발전시킬 수 있는 섬유의 개발 연구가 필요하다.

Figure 19는 디지털 장력기를 통하여 설비할 수 있는 가연 공장의 사무자동화를 나타낸 것으로 기존의 사무실 컴퓨터와 완전히 자동화에 의한 관리가 가능하고 실현되어 있다. 즉 사무실에서 간단한 네트워크를 통하여 섬유 가공 생산 현장의 현재 운전중인 상태와 데이터를 모두 확인

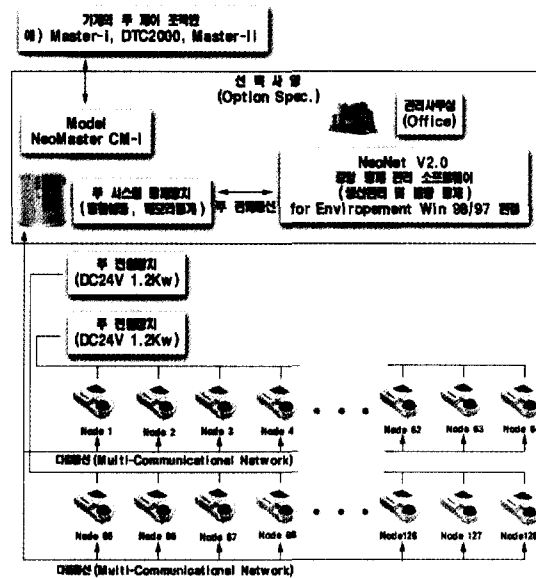


Figure 19. 디지털 장력기를 응용한 사무자동화 시스템 구성.

및 관리할 수 있으며, 생산적인 손실을 완벽하게 차단할 수 있다. 또한 장력의 문제발생으로 인한 불량요소를 사전에 차단함으로써 제직의 완벽성을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

직물의 단위 면적당 동일한 염착력과 필라멘트의 수를 갖더라도 실의 벌키성과 실의 꼬임수에 의하여 그 염색되는 정도가 다르다. 실이 더 큰 구조상의 벌키성을 가질 경우 직물의 두께와 표면적의 증가를 가져와서 섬유내의 염료입자의 흡수량을 틀리게 한다[4].

### 참고문헌

1. [www.ece.clemson.edu/crb/research/yarn/spinner/yarnten.htm](http://www.ece.clemson.edu/crb/research/yarn/spinner/yarnten.htm).
2. 섬유개발연구, 13(10), 85(1999).
3. 섬유개발연구, 14(5), 103(2000).
4. [http://spinning.hihome.com/textile/tex\\_2/warp.html](http://spinning.hihome.com/textile/tex_2/warp.html)
5. 섬유개발연구, 13(10), 88(1999).
6. 2000년 목적사업과제 [직물경사줄 현상원인분석과 각 공정별 대책] 연구 중간보고서, 2000.